



DEUTSCHES  
PATENTAMT

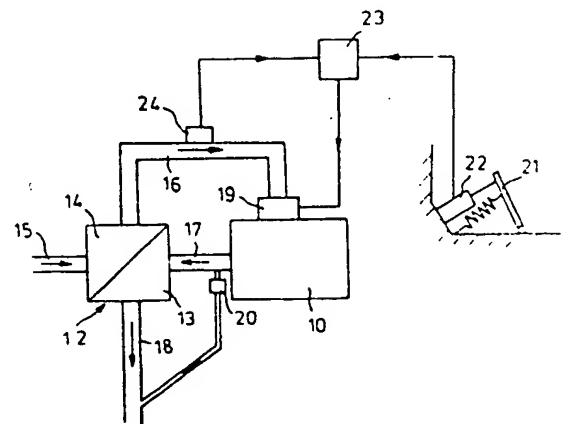
③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
08.11.84 DE 34 40 821.5

㉚ Anmelder:  
Volkswagen AG, 3180 Wolfsburg, DE

㉚ Erfinder:  
Giesen, Klaus, Dipl.-Ing.; Distler, Dietrich, Dipl.-Ing.,  
3180 Wolfsburg, DE

㉙ Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb einer aufgeladenen Brennkraftmaschine

Es wird ein Verfahren zum Betrieb einer durch einen Abgasturbolader aufgeladenen Brennkraftmaschine für Fahrzeuge, insbesondere Personenkraftfahrzeuge, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens beschrieben. Um ein schnelleres Ansprechen einer solchen aufgeladenen Brennkraftmaschine, insbesondere bei einer Vollastbeschleunigung, zu erreichen, soll beim Beschleunigen der Brennkraftmaschine (10) kurzzeitig die der Turbine (13) des Abgasturboladers (12) zugeführte Abgasenergie durch Beeinflussung des inneren Wirkungsgrades der Brennkraftmaschine angehoben werden. Dabei soll die Zeitdauer und/oder das Maß der Abgasenergieanhebung in Abhängigkeit von dem Maß der gewünschten Beschleunigung der Brennkraftmaschine, also beispielsweise von dem Maß der Fahrpedalbetätigung, und zusätzlich von einer den Ladezustand des Verdichters (14) charakterisierenden Zustandsgröße, beispielsweise dem Ladedruck oder der Laderdrehzahl, gesteuert werden. Die Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens sieht eine bei einer gewünschten Beschleunigung der Brennkraftmaschine betätigbare Steuervorrichtung (23) vor, die auf eine den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine beeinflussende Vorrichtung (19) im Sinne einer kurzzeitigen Vergrößerung der Energie des aus der Brennkraftmaschine (10) austretenden Abgases einwirkt (Figur 2).



3180 Wolfsburg

K 3655/1770-we-sch

A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Betrieb einer durch einen Abgas-Turbolader aufgeladenen Brennkraftmaschine für Fahrzeuge, insbesondere Personenkraftfahrzeuge, dadurch gekennzeichnet, daß zum Beschleunigen der Brennkraftmaschine kurzzeitig die der Turbine des Abgas-turboladers zugeführte Abgasenergie durch Beeinflussung des inneren Wirkungsgrades der Brennkraftmaschine angehoben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdauer und/oder das Maß der Abgasenergieanhebung in Abhängigkeit von dem Maß der gewünschten Beschleunigung der Brennkraftmaschine gesteuert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdauer und/oder das Maß der Abgasenergieanhebung in Abhängigkeit von einer den Ladezustand des Verdichters des Abgasturboladers charakterisierenden Zustandsgröße gesteuert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei als Brennkraftmaschine ein Otto-Motor verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anhebung der Abgasenergie der Zündzeitpunkt der Brennkraftmaschine nach spät verstellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei als Brennkraftmaschine ein Diesel-Motor verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anhebung der Abgasenergie der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt nach spät verstellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anhebung der Abgasenergie der Öffnungszeitpunkt der Auslaßventile vorverstellt wird.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine bei einer gewünschten Beschleunigung der Brennkraftmaschine (10) betätigbare Steuervorrichtung (23) vorgesehen ist, die auf eine den inneren Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine beeinflussende Vorrichtung (19) im Sinne einer kurzzeitigen Vergrößerung der Energie des aus der Brennkraftmaschine austretenden Abgases einwirkt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung (23) in Abhängigkeit von der Veränderung eines Leistungsstellgliedes (21) der Brennkraftmaschine (1) betätigbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung (23) in Abhängigkeit von den Signalen eines Fahrpedalstellungsgebers (22) betätigbar ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung (23) durch einen dem Fahrpedal (21) zugeordneten Kick-down-Schalter (22) betätigbar ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung (23) in Abhängigkeit von einer den Ladezustand des Abgasturboladers (12) charakterisierenden Zustandsgröße betätigbar ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung (23) in Abhängigkeit von dem Ladedruck des Verdichters (14) betätigbar ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei die Brennkraftmaschine durch einen Otto-Motor gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die den inneren Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine (10) beeinflussende Vorrichtung (19) durch eine Vorrichtung zur Verstellung des Zündzeitpunktes gebildet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei die Brennkraftmaschine durch einen Dieselmotor gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die den inneren Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine (10) beeinflussende Vorrichtung (19) durch eine Vorrichtung zur Verstellung des Kraftstoffeinspritzzeitpunktes gebildet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die den inneren Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine (10) beeinflussende Vorrichtung (19) durch eine Vorrichtung zur Verstellung des Öffnungszeitpunktes der Auslaßventile gebildet ist.

3180 Wolfsburg

- 4 -

K 3655/1770-we-sch

Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb einer  
aufgeladenen Brennkraftmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb einer durch einen Abgasturbolader aufgeladenen Brennkraftmaschine für Fahrzeuge, insbesondere Personenkraftfahrzeuge, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Sogenannte Saugmotoren, das heißt ohne Zuhilfenahme von Ladern arbeitende Brennkraftmaschinen, besitzen im allgemeinen Kennfelder, bei denen der Verlauf des Drehmoments über der Drehzahl bei Vollast praktisch festliegt. Diese Motoren bieten damit aus jedem Lastpunkt ihres Kennfeldes heraus direkt kalkulierbare Beschleunigungswerte für die von ihnen angetriebenen Fahrzeuge.

Für Motoren mit Abgasturboladern werden ebenfalls Kennfelder mit Vollastkurven angegeben. Diese Vollastkurven geben aber nur das maximal erreichbare Drehmoment an, das der Motor erst nach deutlichen Anlaufzeiten leisten kann. Neben diesen "stationären" Vollastkurven, die erst dann anliegen, wenn das Wechselspiel zwischen Zylinder und Abgasturbolader zur Ruhe gekommen ist, ergeben sich daher "momentane" Vollastkurven, die besonders im kleinen Drehzahlbereich sehr viel niedriger liegen und die zudem noch abhängig sind vom Ausgangspunkt der jeweiligen Vollastbeschleunigung; das heißt, das momentan erreichbare Drehmoment liegt beträchtlich unterhalb des maximal erreichbaren.

Dieser theoretische Sachverhalt hat beim praktischen Betrieb einer Brennkraftmaschine mit Abgasturbolader zur Folge, daß bei einer Vollastbeschleunigung aus einem niedrigen Last- und Drehzahlbereich das gewünschte maximale Drehmoment erst mit großer Verzögerung erreicht wird, wobei die Laderdrehzahl, oder genauer gesagt die Geschwindigkeit der Zunahme der Laderdrehzahl, das Kriterium dafür ist, wie schnell der Motor seinen stationären Vollastzustand erreicht.

Zwar ergeben sich nicht nur für die Punkte der Vollastlinie, sondern auch für alle anderen Punkte des Kennfeldes die gleichen Bedingungen, so daß bei jeder Beschleunigung zunächst nur momentane Lastwerte erreichbar sind, die niedriger als die erst mit deutlicher Verzögerung erzielbaren stationären Lastpunkte liegen. Jedoch kann im Lastbereich unterhalb der Vollast der Fahrer des mit einem Turbomotor ausgerüsteten Fahrzeugs unzureichende Drehmomente noch durch stärkere Betätigung des Fahrpedals ausgleichen, was im Vollastpunkt eben nicht möglich ist.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht daher darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betrieb einer aufgeladenen Brennkraftmaschine zu schaffen, mit deren Hilfe die oben erwähnten Nachteile vermieden werden und ein schnelleres Erreichen der Vollast bei einer turboaufgeladenen Brennkraftmaschine durch besseres Ansprechen des Abgasturboladers erzielt wird. Zur Lösung dieser Aufgabe werden die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Maßnahmen vorgeschlagen. Die Durchführung des so gekennzeichneten Verfahrens wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 7 angegebenen Vorrichtungsmerkmale erreicht.

Die Erfindung geht von der bekannten Tatsache aus, daß die treibende Kraft für die den Verdichter antreibende Turbine des Abgasturboladers die Restenergie der aus den Zylindern der Brennkraftmaschine ausgestoßenen Abgase ist. Diese Abgasrestenergie ist im wesentlichen nur vom jeweiligen Betriebspunkt im stationären Motorkennfeld abhängig. Während in einem Bereich relativ hoher Motordrehzahl und hohen Motordrehmomentes im allgemeinen genügend Abgasenergie vorhanden ist, um den vollen Ladedruck zu erzielen, was sich durch Ansprechen des im

allgemeinen vorgesehenen Abblaseventils (Wastegate) zur teilweisen Umgehung der Abgasturbine bemerkbar macht, ist in einem Bereich niedriger Motordrehzahl und niedrigen Drehmoments die im Abgas enthaltene Restenergie nicht hoch genug, um den Abgasturbolader auf seine volle Drehzahl bzw. auf den vollen Ladedruck zu bringen. Bei Vollastbeschleunigungen aus diesem zuletzt genannten Kennfeldbereich kann die Abgasturbine aus dem zur Verfügung gestellten zu geringen Energieangebot nicht genügend mechanische Energie an das Verdichterrad übertragen, so daß die Versorgung des Motorzylinders mit Verbrennungsluft zur Erzeugung der gewünschten Last nicht ausreichend ist.

Die Erfindung behebt diesen Nachteil dadurch, daß beim Abruf einer Vollastbeschleunigung für sehr kurze Zeit die Aufteilung der in dem durch das den Zylindern der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoff-Luft-Gemisch gebildeten Arbeitsmittel enthaltenen Energie zur Verarbeitung in den Zylindern der Brennkraftmaschine einerseits und in der Abgasturbine andererseits zugunsten der Turbine verändert wird. Durch die Erhöhung der zur Verarbeitung in der Abgasturbine zur Verfügung gestellten Abgasenergie, was durch Verschlechterung des inneren Wirkungsgrades der Brennkraftmaschine erreicht wird, kann die Turbine und damit der Verdichter schneller auf höhere Drehzahlen hochgedreht werden, so daß der Verdichter entsprechend mehr Luft in die Zylinder der Brennkraftmaschine fördern kann, was die Grundlage für ein höheres Leistungsangebot der Brennkraftmaschine ist.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sowie eine nähere Erläuterung sind in der nachfolgenden Beschreibung enthalten, die sich auf das in der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel bezieht. In der Zeichnung zeigt

Figur 1 in einem Diagramm des Drehmoments über der Motordrehzahl das Kennfeld einer turboaufgeladenen Brennkraftmaschine und

Figur 2 ein schematisches Schaltbild einer aus einer Brennkraftmaschine und einem Abgasturbolader bestehenden Antriebsanordnung mit einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In der Figur 1 der Zeichnung ist das Kennfeld einer herkömmlichen, mit einem Abgasturbolader ausgerüsteten Brennkraftmaschine dargestellt,

wobei auf der Abszisse das Motordrehmoment und auf der Koordinate die Motordrehzahl aufgetragen sind. Mit 1 ist der Verlauf der maximal erreichbaren (stationären) Vollastlinie und mit dem unterbrochenen Linienzug 2 der Verlauf der minimalen Vollastlinie eingetragen, die den untersten Wert der bei einer Vollastbeschleunigung aus einem niedrigen Lastbereich momentan erreichbaren Vollast wiedergibt. Zwischen diesen beiden Linienzügen 1 und 2 liegt die bei einer Vollastbeschleunigung aus einem beliebigen niedrigen Lastpunkt erzielbare jeweilige momentane Vollast. Während bei sehr kleinen Drehzahlen die minimalen und maximalen Vollastlinien übereinstimmen können, weil auch im stationären Betrieb kein Ladedruck aufgebaut werden kann, ist im Bereich größerer Drehzahlen des Motors die Abgasturbine annähernd voll beaufschlagt, so daß ihre Drehzahl ohnehin schon nahe ihrer Maximaldrehzahl liegt und eventuelle Zeitverzögerungen bis zur stationären Vollast nur sehr kurz sind.

In dem in der Figur 1 gezeigten Diagramm sind außerdem noch die Verläufe der Linien konstanten Ladedrucks  $p_L$  angegeben, die in etwa auch Linien konstanter Laderdrehzahl entsprechen. Mit dem strichpunktierten Linienzug 3 ist dabei die Drucklinie besonders hervorgehoben, bei der ein vor der Abgasturbine des Abgasturboladers üblicherweise angeordnetes Abblaseventil (Wastegate) öffnet und einen Teil der an sich nutzbaren Abgasenergie ungenutzt an der Turbine vorbei in den Auspuff leitet.

Diese Wastegate-Ansprechgrenze 3 teilt das gesamte Kennfeld in zwei Bereiche, nämlich in einen Bereich I und einen Bereich II. Diese beiden Bereiche unterscheiden sich vor allem im Hinblick auf die Größe der in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Restenergie. Während bei dem Betrieb der Brennkraftmaschine in dem Bereich II oberhalb der Wastegate-Ansprechgrenze 3 die Abgasenergie im Überschuß vorhanden ist, so daß um am Auslaßventil des Motorzylinders - durch übermäßige Aufstauung der Verbrennungsgase - erhöhten Abgasgegendruck zu vermeiden, ein Teil der Abgase ungenutzt an der Turbine vorbeigeleitet wird, reicht die in dem unterhalb der Wastegate-Ansprechgrenze 3 liegenden Bereich I im Abgas enthaltene Energie für den Antrieb der Abgasturbine gerade noch, wie unmittelbar an der Wastegate-Ansprechgrenze 3, oder nicht mehr aus, um genügend Verbrennungsluft zu erzeugen. Der Ladedruck und dementsprechend auch die Laderdrehzahl fällt



mit fallender Motordrehzahl dementsprechend stark ab.

Hier nun setzt die Erfindung ein und schlägt vor, bei einer Vollastbeschleunigung aus einem Betriebspunkt des Kennfeldbereiches I für sehr kurze Zeit die der Turbine des Abgasturboladers zugeführte Abgasenergie durch Beeinflussung des inneren Wirkungsgrades der Brennkraftmaschine, nämlich durch dessen Verschlechterung, anzuheben. Dabei kann die Dauer und das Maß eines solchen Eingriffs in den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine von dem Maß der gewünschten Beschleunigung der Brennkraftmaschine und vom Ladezustand des Verdichters des Abgasturboladers gesteuert werden. Beispielsweise sollte dieser Eingriff in den inneren Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine, der beispielsweise durch Verstellung des Öffnungszeitpunktes der Auslaßventile oder aber auch, was technisch sehr viel einfacher zu realisieren ist, durch Verstellung des Zündzeitpunktes nach spät bei einem Otto-Motor bzw. des Kraftstoffeinspritzzeitpunktes nach spät bei einem Dieselmotor erreicht wird, nur dann vorgenommen werden, wenn eine Vollastbeschleunigung erwünscht ist, was beispielsweise durch einen herkömmlichen, bei Fahrzeugen mit automatischen Getrieben eingesetzten Kickdown-Schalter erfaßt werden kann. Darüberhinaus sollte dieser Eingriff in den inneren Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine sinnvollerweise nur dann vorgenommen werden, wenn eine Beschleunigung der Brennkraftmaschine aus dem in der Figur 1 mit I bezeichneten Bereich erwünscht wird, was durch Erfassung des Ladezustands des Verdichters, beispielsweise durch Messung des Ladedrucks oder der Laderdrehzahl, ermittelt werden kann, die in diesen Fällen unterhalb der Wastegate-Ansprechgrenze 3 liegen.

In der Figur 2 ist dazu ein Ausführungsbeispiel einer mit einem Abgasturbolader versehenen Brennkraftmaschine angedeutet, bei der das erfindungsgemäße Verfahren verwendet wird.

In diesem in der Figur 2 dargestellten Schaltbild ist die beispielsweise durch einen herkömmlichen Otto- oder Dieselmotor gebildete Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs mit 10 bezeichnet und der dieser Brennkraftmaschine zugeordnete Abgasturbolader insgesamt mit 12. Dieser Turbolader besteht wie üblich aus einer Abgasturbine 13,

die die Energie der über eine Verbindungsleitung 17 von der Brennkraftmaschine 10 zugeführten Abgase ausnutzt und dadurch einen Verdichter 14 antreibt, der über eine Ansaugleitung 15 Verbrennungsluft aus der Umgebung ansaugt und diese mit einem angehobenen Druckniveau über eine Leitung 16 der Brennkraftmaschine zuführt. Mit 18 ist eine zu einer hier nicht weiter gezeigten, der Abgasturbine 13 nachgeschalteten Schalldämpferanlage führende Abgasleitung angedeutet. Die Strömung des aus Luft bzw. einem Luft-Kraftstoff-Gemisch sowie aus daraus durch Verbrennung in der Brennkraftmaschine 10 entstehendem Abgas gebildeten Arbeitsmittels ist in der Zeichnung jeweils mit Pfeilen angedeutet.

Mit 19 ist eine Vorrichtung bezeichnet, mit deren Hilfe Einfluß auf den inneren bzw. indizierten Wirkungsgrad des Motors genommen werden kann und die beispielsweise aus einer Vorrichtung zur Verstellung des Öffnungszeitpunktes der Auslaßventile oder auch bei Otto-Motoren aus einer Vorrichtung zur Verstellung des Zündzeitpunktes bzw. bei Dieselmotoren aus einer Vorrichtung zur Verstellung des Kraftstoffeinspritzzeitpunktes bestehen kann. Diese Vorrichtung 19 wird von einer Steuervorrichtung 23 angesteuert, die zum einen ein Signal von einem dem Fahrpedal 21 zugeordneten Kickdown-Schalter 22 sowie von einem den Ladezustand des Verdichters 14 erfassenden Ladedruckgeber 24 erhält. Anstelle dieses Ladedruckgebers 24 könnte auch ein die Drehzahl des Laders erfassendes Meßglied vorgesehen sein, ebenso wie anstelle des Kickdown-Schalters 22 ein den Stellweg des Fahrpedals oder auch eines anderen Leistungsstellgliedes, wie zum Beispiel der Drosselklappe bei Otto-Motoren bzw. des Drehzahlstellhebels der Einspritzpumpe von Dieselmotoren, erfassender Weggeber verwendet werden kann.

Die Steuervorrichtung 23 ermittelt nun, ob und gegebenenfalls in welchem Maße bei einem durch Verstellung des Fahrpedals 21 vorgegebenen Beschleunigungswunsch des Fahrers des mit der aufgeladenen Brennkraftmaschine ausgerüsteten Kraftfahrzeugs eine kurzzeitige Verschlechterung des inneren Wirkungsgrades der Brennkraftmaschine, beispielsweise durch Verstellung des Zündzeitpunktes oder des Einspritzzeitpunktes nach spät, zwecks Anhebung der in dem Abgas zur Verarbeitung in der Abgasturbine 13 abgeführten Abgasenergie vorgenommen

werden soll. Dabei ist es, wie bereits ausgeführt wurde, zweckmäßig, eine solche Abgasenergieanhebung nur dann vorzunehmen, wenn eine Vollastbeschleunigung erwünscht ist, was durch vollständiges Durchtreten des Gaspedals bis zu seinem Anschlag angezeigt wird. Wenn anstelle eines solchen, einen Vollastbeschleunigungswunsch des Fahrers anzeigenden Kickdown-Schalters ein den Verstellweg des Fahrpedals erfassender Weggeber eingesetzt wird, kann der Entscheidung ob und um wieviel der innere Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine zugunsten der Abgasenergie erniedrigt werden soll, auch das absolute Maß des Fahrpedalverstellweges oder der Verstellgeschwindigkeit des Fahrpedals zugrundegelegt werden.

Als zweites Kriterium für den Eingriff in den inneren Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine soll der Ladezustand des Verdichters 14 verwendet werden, das heißt, es soll ermittelt werden, ob und wie weit der Ausgangsbetriebspunkt bei Auftreten des Vollastbeschleunigungspunktes von der in der Figur 1 mit 3 bezeichneten Wastegate-Ansprechgrenze entfernt liegt. Je weiter der Arbeitspunkt vor der Vollastbeschleunigung in dem mit I angegebenen Bereich von der Wastegate-Ansprechgrenze 3 entfernt liegt, desto größer und desto länger sollte dieser Eingriff in den inneren Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine sein, um der Abgasturbine 13 genügend Energie zum Beschleunigen des Verdichters 14 zur Verfügung zu stellen.

Grundsätzlich läßt sich dabei aber sagen, daß diese bewußt herbeigeführte Verschlechterung des inneren Wirkungsgrades der Brennkraftmaschine zugunsten der Abgasenergie nur wenige Bruchteile von Sekunden andauern sollte und nur dazu dient, den Verdichter des Abgasturboladers schneller anspringen zu lassen. Durch die dadurch erreichte schnellere Förderung von mehr verdichteter Luft in die Brennkraftmaschine kann dabei insgesamt das Ansprechverhalten der turboaufgeladenen Brennkraftmaschine wesentlich verbessert werden, zumal die durch die kurzzeitige Verschlechterung des inneren Wirkungsgrades des Motors bedingten Leistungseinbußen dadurch mehr als wettgemacht werden.

Insbesondere bei der Verwendung eines Dieselmotors als Brennkraftmaschine können durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene kurzzeitige

Zündzeitpunktspätverstellung der Einspritzpumpe beim Vollastbeschleunigen noch besondere Vorteile erzielt werden. So ist festgestellt worden, daß durch eine Spätverstellung des Einspritzzeitpunktes zwar die Leistung etwas reduziert wird, weil aber auch die insbesondere beim Beschleunigen ins Vollastgebiet vermehrt auftretende Rußbildung reduziert wird, kann durch eine zusätzliche Kraftstoffzufuhr während des Eingriffs in den Wirkungsgrad des Motors die Leistungseinbuße ohne weiteres ausgeglichen werden. Ohne zusätzliche Kraftstoffzufuhr kann dagegen, wenn diese Einspritzzeitpunktverstellung auch nur kurzzeitig andauert, eine gewisse Reduzierung der Rußemission herbeigeführt werden.

Zum anderen ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren und die nach diesem Verfahren arbeitende Vorrichtung eine andere Auslegung des Turboladërs. Dieser war bisher vor allen Dingen deshalb kleiner als dies an sich optimal wäre, ausgelegt worden, um gerade bei niedrigen Lasten wenigstens noch einigermaßen vernünftige Ladungsverhältnisse zu erzielen. Für die Gebiete, für die er dann insbesondere notwendig ist, nämlich für den höheren Lastbereich, war er dann allerdings nicht mehr optimal ausgelegt. Ein Maß für diese Auslegung ist dabei die Lader in der Figur 1 mit 3 bezeichneten Wastegate-Ansprechgrenze, die angibt, ab wann der Lader mehr Luft erzeugen würde, als die Brennkraftmaschine benötigt.

Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann nun diese Wastegate-Ansprechgrenze durch entsprechend größere Bemessung des Laders in dem Kennfeld weiter zu größeren Lasten verschoben werden. Das in der Figur 2 mit 20 bezeichnete Wastegate braucht dann erst bei höheren Drehzahlen bzw. höheren Drehmomentwerten öffnen bzw. kann eventuell ganz entfallen. Mit der erfindungsgemäßen Maßnahme zur Abgasenergieanhebung bei Vollastbeschleunigung kann dann in jedem Fall sichergestellt werden, daß auch der größere Lader schnell und wirkungsvoll anspringt und dabei die für die Leistungserhöhung benötigte Mehrluft liefert. Durch diese ohne Nachteile mögliche Verwendung größerer Verdichter ist dann aber eine Verbesserung des Wirkungsgrades des Prozeßkreislaufs insgesamt infolge einer verbesserten Gaswechselschleife und zwar im stationären Zustand möglich, indem bei gleicher Kraftstoffmenge eine Vergrößerung des Effektivdruckes bzw. bei Beibehaltung

des Effektivdruckes eine Reduzierung der Kraftstoffmenge erreicht wird. Daraus folgt auch, daß weder die mechanische, noch die thermische Belastung des Motors vorbestimmte Grenzen überschreitet. Es erfolgt dabei ein Abmageren des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses unter Ab-rücken von der Rußgrenze, die ein Vollastkriterium für Dieselmotoren darstellt.

Dieser zuletzt geschilderte Weg der Vergrößerung des Verdichters läßt sich jedoch im wesentlichen nur bei Dieselmotoren nutzen, da dieser eine Abmagerung des Kraftstoffverhältnisses, die ja mit dieser erhöhten Luftförderung verbunden ist, in weiten Grenzen nicht nur erlaubt, sondern dabei hinsichtlich Emission und Verbrauch sogar günstig reagiert. Bei Otto-Motoren müßte dagegen entsprechend der von dem größeren Lader gelieferten zusätzlichen Luftmenge Kraftstoff zugesetzt werden, wodurch die Gefahr entstehen könnte, daß vorbestimmte thermische Grenzen des Motors überschritten werden.

Fig.1

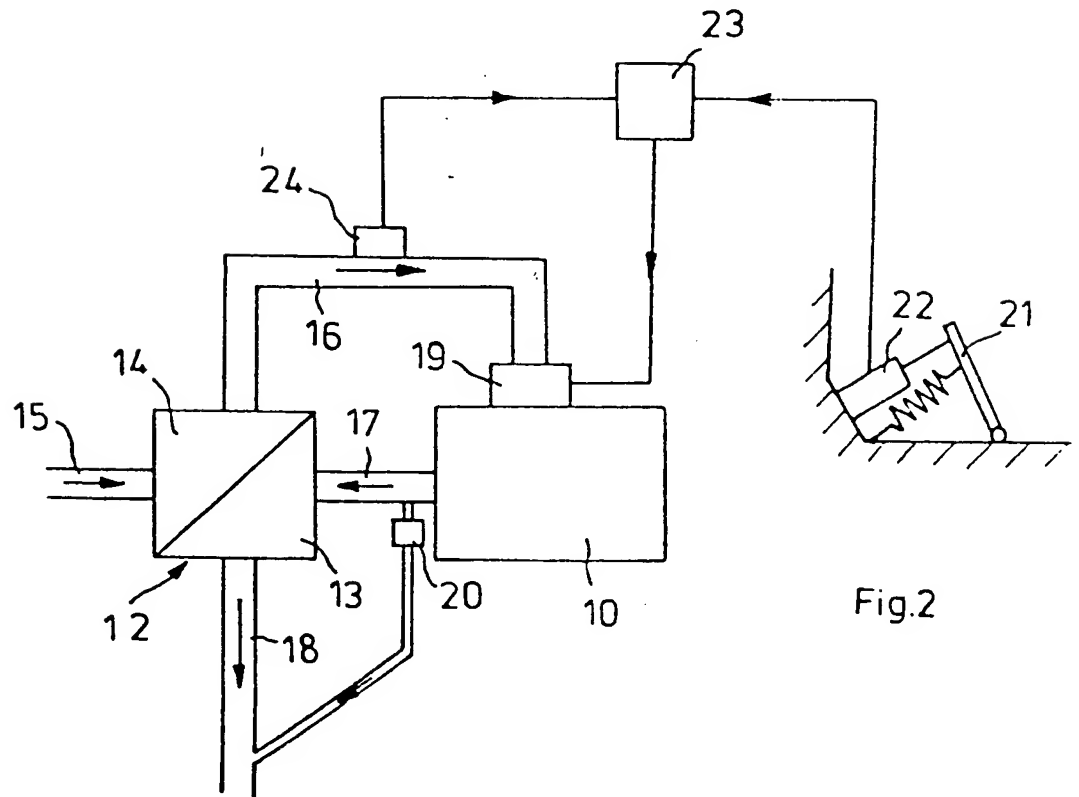
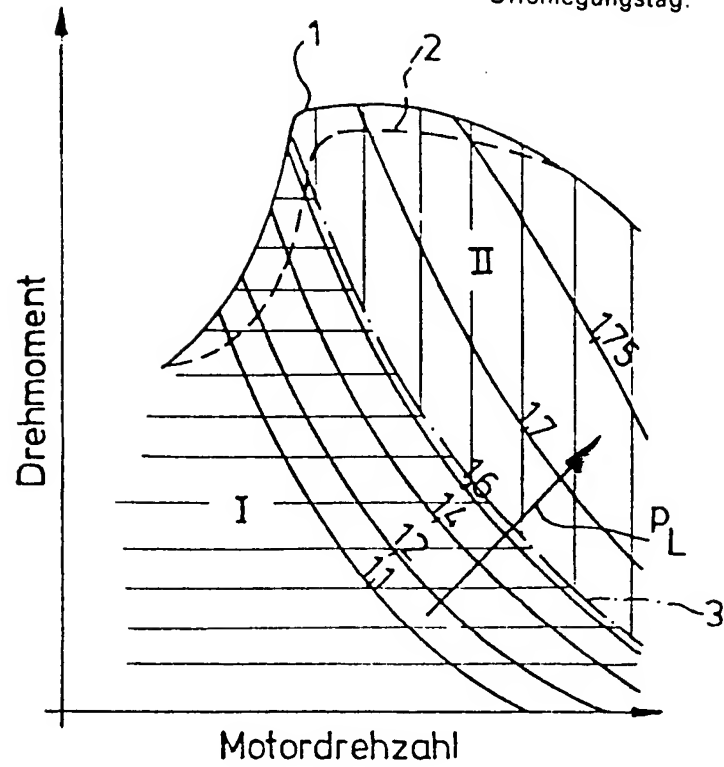


Fig.2